



Καινοτόμες λύσεις για τη βιώσιμη και περιβαλλοντικά φιλική φυτοπροστασία των οπωροκηπευτικών της Ελλάδας, στην Ευρώπη του μέλλοντος

Παραδοτέο Π1.1.3: Στρατηγική παρακολούθησης των πληθυσμών των εχθρών οπωροκηπευτικών

Πληροφορίες για το έγγραφο

Αριθμός παραδοτέου: **Π1.1.3**

Ενότητα εργασίας: **ΕΕ1**

Επικεφαλής δικαιούχος: **ΓΠΑ**

Συγγραφείς: **Νίκος Παπαδόπουλος, Ελένη Βερυκούκη, Στέφανος Ανδρεάδης, Παναγιώτης Μυλωνάς, Εμμανουήλ Ροδιτάκης**

Έκδοση: **1.0**

Είδος Παραδοτέου: **Έκθεση**

Ημερομηνία παράδοσης: **29 - 12 - 2025**

Στοιχεία Πράξης

Τίτλος: Καινοτόμες λύσεις για τη βιώσιμη και περιβαλλοντικά φιλική φυτοπροστασία των οπωροκηπευτικών της Ελλάδας, στην Ευρώπη του μέλλοντος

Τίτλος (EN): InnoPP-Innovations in Plant Protection for sustainable and environmentally friendly pest control

Κωδικός πράξης: TAEDR-0535675

Ακρωνύμιο έργου: InnoPP

Ημερομηνία έναρξης: 15 Μαΐου 2023

Διάρκεια: 28 Μήνες

Συντονιστής Φορέας: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Συντονιστής/ Επιστημονικός Υπεύθυνος: Ιωάννης Βόντας

Πίνακας Περιεχομένων

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ.....	4
2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	5
	Γενικές αρχές για την παρακολούθηση των πληθυσμών των εχθρών στόχων στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης.....	5
	2.1 Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου.....	6
	2.2 Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών της ανάρσιας της ροδακινιάς.....	8
	2.3 Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών της καφέ ασιατικής βρωμούσας.....	9
	2.4 Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών του υπονομευτή της τομάτας,.....	12
3	ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	14
4	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	14

Το έργο «Καινοτόμες λύσεις για τη βιώσιμη και περιβαλλοντικά φιλική φυτοπροστασία των οπωροκηπευτικών της Ελλάδας, στην Ευρώπη του μέλλοντος» στοχεύει στην ανάπτυξη σύγχρονων και καινοτόμων μεθόδων για την προστασία των καλλιεργειών όπως τα κηπευτικά, τα εσπεριδοειδή και το επιτραπέζιο σταφύλι. Περιλαμβάνει τη δημιουργία προηγμένων διαγνωστικών εργαλείων για την ανίχνευση εχθρών και παθογόνων με τεχνολογίες αιχμής, όπως ηλεκτρονικές παγίδες και βιοαισθητήρες, καθώς και πλατφόρμες αλληλούχισης για τον πλήρη προσδιορισμό των ιωμάτων. Επιπλέον, θα αναπτυχθούν μοντέλα πρόβλεψης επιδημιών και καινοτόμα βιοφυτοπροστατευτικά προϊόντα, τα οποία θα αξιολογηθούν για την ασφάλεια τους σε μη στόχους οργανισμούς. Τέλος, οι νέες τεχνολογίες θα ενσωματωθούν σε συστήματα ολοκληρωμένης διαχείρισης φυτοπροστασίας και θα δοκιμαστούν σε πραγματικές συνθήκες, ενώ θα αξιολογηθούν οι κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους.

Σύνοψη της ΕΕ1

Στην ΕΕ1 θα αναπτυχθούν διαγνωστικά εργαλεία και μέθοδοι για την ανίχνευση, ταυτοποίηση και παρακολούθηση εχθρών και παθογόνων, περιλαμβάνοντας καινοτόμες προσεγγίσεις όπως βελτιωμένα συστήματα παρακολούθησης εντομολογικών εχθρών με σύγχρονες παγίδες και νέα ελκυστικά. Θα αναπτυχθούν σύγχρονα μοριακά διαγνωστικά εργαλεία, όπως η τεχνολογία LAMP και κιτ «Ready to Go Lyophilised pellets» για ποιοτική και ποσοτική ταυτοποίηση, καθώς και υπερευαίσθητες πλατφόρμες ακριβείας. Επιπλέον, θα χρησιμοποιηθούν τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης και φασματικές τεχνικές για την αναγνώριση ζιζανίων και ασθενειών, ενώ βιοαισθητήρες θα χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων και ωχρατοξινών. Τέλος, θα αναπτυχθούν νέοι μοριακοί δείκτες ανθεκτικότητας και διαγνωστικά συστήματα για την αξιολόγηση της άμυνας των φυτών και της βιοδραστικότητάς τους.

Συνοπτική παρουσίαση του παραδοτέου Π1.1.3

Το παραδοτέο 1.1.3, βασίζεται κατά κύριο λόγο στα στοιχεία που δίνονται στα παραδοτέα 1.1.1 και 1.1.2 και περιγράφει μια ολοκληρωμένη στρατηγική παρακολούθησης των πληθυσμών των κύριων εντομολογικών εχθρών των κηπευτικών, εσπεριδοειδών και της αμπέλου. Επιπλέον, διαθέσιμες πληροφορίες για τους εχθρούς στόχους έχουν αξιολογηθεί και συμπεριληφθεί. Βασικά στοιχεία της προτεινόμενης στρατηγικής αποτελούν η αποτελεσματικότητα στην αποτύπωση των πληθυσμιακών μεταβολών των εχθρών στόχων, το κόστος και η χρησιμότητα της ενσωμάτωσης της στρατηγικής σε προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης εχθρών. Το παραδοτέο αναφέρεται σε τέσσερις σημαντικούς εχθρούς των οπωροκηπευτικών τη μύγα της Μεσογείου (*Ceratitis capitata*), την ανάρσια της ροδακινιάς (*Anarsia lineatella*), την καφέ ασιατική βρωμούσα (*Halyomorpha halys*) και τον υπονομευτή της τομάτας (*Tuta absoluta*). Στην προτεινόμενη στρατηγική λαμβάνονται υπόψιν τόσο οι συμβατικές όσο και ηλεκτρονικές παγίδες οι οποίες έχουν δοκιμαστεί και στο πλαίσιο του παρόντος έργου.

Σε αδρές γραμμές η στρατηγική περιλαμβάνει την (α) ανάλυση της ποικιλότητας των καλλιεργειών και την ψηφιακή αποτύπωση της καλλιέργειας και των όμορων αγροτεμαχίων, (β) την ανάλυση των διαθέσιμων μέσων δειγματοληψίας (πχ παγίδες)

με έμφαση στην αποτελεσματικότητα και το κόστος τους, (γ) καταγραφή της φαινολογίας των καλλιεργειών, (δ) εκτίμηση του αριθμού των παγίδων που απαιτούνται, (ε) λήψη μετεωρολογικών και κλιματικών δεδομένων, (στ) ανάπτυξη πρωτοκόλλων καταγραφής των στοιχείων από τον αγρό και (ζ) συλλογή στοιχείων της φαινολογίας του εχθρού παρελθόντων ετών.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Ένα από τα απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη και εφαρμογή προγραμμάτων ολοκληρωμένης αντιμετώπισης είναι η παρακολούθηση της δυναμικής των πληθυσμών των εχθρών στόχων. Η σύνδεση της πυκνότητας του πληθυσμού του φυτοφάγου με την προσβολή του φυτού και την απώλεια της παραγωγής, μαζί με την αξία του παραγόμενου προϊόντος και το κόστος της αντιμετώπισης είναι θεμελιώδη στοιχεία για τον υπολογισμό των ορίων ανεκτής πυκνότητας και συνεπώς για τις αποφάσεις της σχετικές με τις επεμβάσεις αντιμετώπισης των εχθρών στόχων. Στις περισσότερες περιπτώσεις και στα περισσότερα προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης η παρακολούθηση των πληθυσμών των εχθρών στόχων δε γίνεται με βάση ένα δομημένο τρόπο που λαμβάνει υπόψιν την αποτελεσματικότητα των χρησιμοποιούμενων μεθόδων, το κόστος, την εμβέλεια τους και την ενδεδειγμένη πυκνότητα με την οποία πρέπει να χρησιμοποιούνται. Η παρακολούθηση των πληθυσμών των εχθρών αφορά στην (α) διαπίστωση της παρουσίας τους σε μια περιοχή συχνά στο πλαίσιο παρακολούθησης για εχθρούς καραντίνας, (β) αποτύπωση των πληθυσμιακών μεταβολών σε οικολογικές μελέτες, (γ) οριοθέτηση ζωνών χαμηλής πυκνότητας πληθυσμών (low prevalence) και περιοχών απαλλαγμένων από συγκεκριμένους εχθρούς (pest-free zones), (δ) λήψη αποφάσεων φυτοπροστασίας στο πλαίσιο προγραμμάτων ολοκληρωμένης αντιμετώπισης και (ε) στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων φυτοπροστασίας. Η προτεινόμενη στρατηγική αφορά στη λήψη αποφάσεων φυτοπροστασίας στο πλαίσιο προγραμμάτων ολοκληρωμένης αντιμετώπισης εχθρών των καλλιεργειών.

Στο πρώτο μέρος δίνονται βασικές αρχές και η γενικότερη φιλοσοφία που πρέπει να διέπει την ορθή παρακολούθηση πληθυσμών, ενώ στη συνέχεια γίνεται αναφορά για το κάθε είδος εντόμου και καλλιέργειας.

Τα έντομα στόχοι είναι η μύγα της Μεσογείου, η ανάρσια της ροδακινιάς, η καφέ ασιατική βρωμούσα με έμφαση στην καλλιέργεια της ροδακινιάς και ο υπονομευτής της τομάτας.

Συνεπώς, το παραδοτέο αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα:

1. Εισαγωγή και στόχοι.
2. Γενικές αρχές για την παρακολούθηση των πληθυσμών των εχθρών στόχων στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης.
3. Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου.
4. Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών της ανάρσιας της ροδακινιάς.
5. Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών της καφέ ασιατικής βρωμούσας.

6. Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών του υπονομευτή της τομάτας.
7. Σύνοψη και Συμπεράσματα.

2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Γενικές αρχές για την παρακολούθηση των πληθυσμών των εχθρών στόχων στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης

Στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης είναι απαραίτητο να εκτιμήσουμε την πυκνότητα και τις μεταβολές του πληθυσμού του εχθρού στόχου στο επίπεδο του αγρού ή του συστήματος παραγωγής. Τα στοιχεία που είναι απαραίτητα όταν χρησιμοποιείται παγίδευση για τις παραπάνω εκτιμήσεις είναι (α) πόσες παγίδες πρέπει να χρησιμοποιηθούν και σε ποια πυκνότητα, (β) πότε θα γίνει η ανάρτηση, (γ) πόσο συχνά θα γίνεται ο έλεγχος και η συλλογή δεδομένων, (γ) πότε θα σταματήσει το πρόγραμμα παρακολούθησης του πληθυσμού, (δ) ποιο είναι το κόστος των παγίδων και του προγράμματος παρακολούθησης, (ε) που θα αποθηκεύονται τα δεδομένα και (στ) πώς θα ελέγχετε η ποιότητα των δεδομένων πως θα γίνεται η ανάλυση και παρουσίαση τους. Σημειώνεται η υψηλή ποιότητα των δεδομένων συνδέεται με το σημαντικότερο «input» για τη λήψη αποφάσεων φυτοπροστασίας.

Παρακάτω δίνονται τα βήματα που πρέπει να ακολουθούνται για την επιλογή, εγκατάσταση και εκτέλεση ενός προγράμματος παρακολούθησης πληθυσμών εχθρών οπωροκηπευτικών στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης αντιμετώπισης.

1. Λήψη ψηφιακού χάρτη της καλλιέργειας συμπεριλαμβανομένων και των όμορων αγρών. Γεωγραφικά συστήματα πληροφορικής είναι απαραίτητα για την αποτύπωση στοιχείων που σχετίζονται με την πυκνότητα των καλλιεργούμενων φυτών, και άλλων σχετικών πληροφοριών όπως το ανάγλυφο, το υψόμετρο και η διασπορά των σημαντικών ξενιστών ή ποικιλιών.
2. Ανάλυση της ποικιλότητας των καλλιεργούμενων φυτών, εντός του αγρού και στις γειτονικές περιοχές. Σε αρκετές περιπτώσεις είναι γνωστό ότι σημαντικοί εχθροί εισέρχονται στην καλλιέργεια από γειτονικούς οπωρώνες ή περιοχές που δεν είναι καλλιεργούμενες.
3. Δημιουργία λίστας με τα διαθέσιμα μέσα για την παρακολούθηση του πληθυσμού του εχθρού στόχου. Στην περίπτωση παγίδων εντόμων, είναι απαραίτητο να προστεθούν στοιχεία σχετικά με την αποτελεσματικότητα του συστήματος παγίδευσης, της εμβέλειας της δράσης του, της εκλεκτικότητας έναντι άλλων εχθρών, του κόστους και της διάρκειας δράσης των ελκυστικών και της ανάγκης για ανανέωση των ελκυστικών.
4. Καταγραφή της φαινολογίας της καλλιέργειας συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών των διαφορετικών ποικιλιών εάν υπάρχουν. Συλλογή στοιχείων παρελθόντων ετών σχετικών με την εποχή συγκομιδής και της παραγωγής.

5. Χρησιμοποίηση ικανού αριθμού παγίδων ανά αγρό και προσαρμογή του αριθμού των χρησιμοποιούμενων παγίδων ανάλογα με την έκταση και το κόστος της δειγματοληψίας.
6. Εξασφάλιση της λήψης μετεωρολογικών και κλιματικών δεδομένων από γειτονικούς σταθμούς, ή αισθητήρες εντός του αγρού. Ενσωμάτωση των μετεωρολογικών στοιχείων σε βάση δεδομένων.
7. Καταγραφή των συλλήψεων σε δομημένα πρωτόκολλα και εισαγωγή όλων των δεδομένων σε ηλεκτρονικές βάσεις που επιτρέπουν την άμεση περιγραφική σύνοψη των αποτελεσμάτων και την μελλοντική σε βάθος στατιστική τους επεξεργασία.
8. Συλλογή στοιχείων της φαινολογίας του εχθρού προηγούμενων ετών.

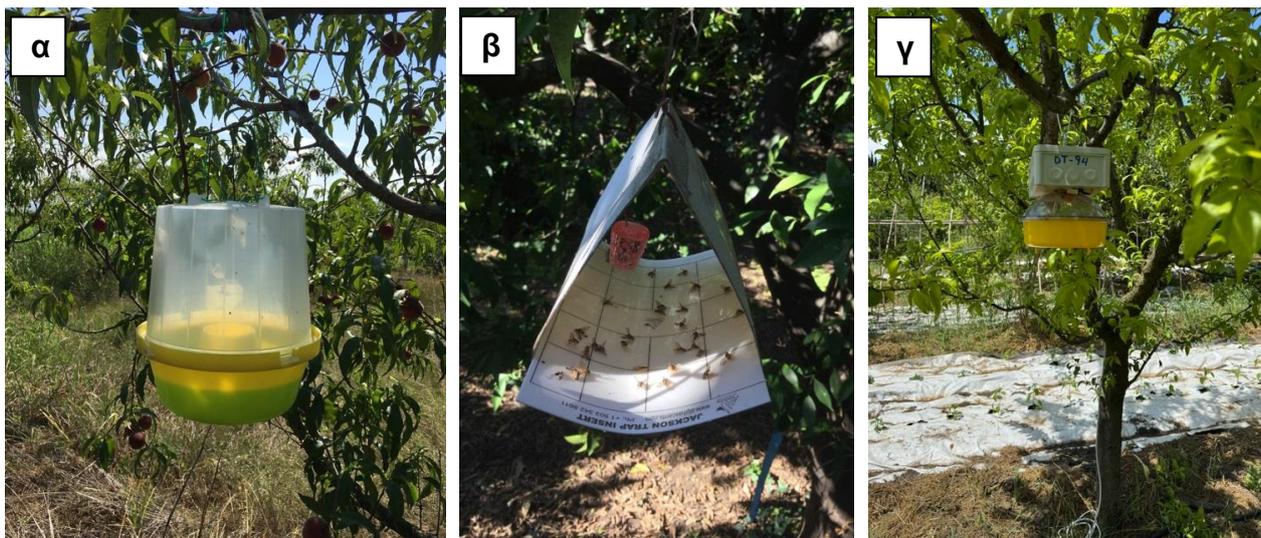
Στη συνέχεια παρουσιάζονται αρχικά οι γενικές αρχές παρακολούθησης και ακολούθως οι ειδικές στρατηγικές για κάθε εχθρό.

2.1 Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου

Όπως αναφέρεται στο Παραδοτέο 1.1.1 η παρακολούθηση των πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου βασίζεται εν πολλοίς σε δύο συστήματα παγίδευσης ενηλίκων: α) παγίδες τύπου McPhail με ελκυστικό τις ουσίες οξικό αμώνιο, τριμεθυλαμίνη και πουτρεσκίνη σε διανεμητές ελεγχόμενης έκλυσης (πχ. Biolure dispensers) και β) παγίδες τύπου Jackson (μικρές δέλτα) με ελκυστικό την παραφερομόνη trimedlure (Εικόνα 1). Για την καλύτερη αποτύπωση των πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου απαιτείται:

1. Χαρτογράφηση και ψηφιακή αποτύπωση του οπωρώνα. Έμφαση πρέπει να δοθεί στους προτιμώμενους ξενιστές/ποικιλίες με πρώιμη ωρίμανση καθώς είναι γνωστό ότι καθορίζουν την έναρξη των συλλήψεων και ενδεχομένως την αύξηση του πληθυσμού εντός του οπωρώνα.
2. Εγκατάσταση σταθμών παγίδευσης αποτελούμενων από μία παγίδα McPhail με τα τρία προαναφερθέντα ελκυστικά και μία παγίδα Jackson με ελκυστικό trimedlure. Ο συνδυασμός των δύο συστημάτων παγίδευσης σε ένα σταθμό εξασφαλίζει την αντιπροσωπευτικότητα των συλλήψεων όσον αφορά τα αρσενικά και θηλυκά άτομα και επίσης την ακριβέστερη αποτύπωση των πληθυσμιακών μεταβολών και την έγκαιρη καταγραφή των πρώτων συλλήψεων. Καταγραφή του κόστους των παγίδων και των ελκυστικών με εκτίμηση του κόστους για όλη την περίοδο παρακολούθησης των πληθυσμών.
3. Πέντε σταθμοί δειγματοληψίας πρέπει να εγκαθίστανται ομοιόμορφα εντός του οπωρώνα εκτός εάν υπάρχουν ποικιλίες ή είδη φυτών με διαφορετικές εποχές ωρίμανσης των καρπών και συγκομιδής. Ο αριθμός των παγίδων πρέπει να αυξηθεί σε μεγάλης έκτασης οπωρώνες.
4. Επιπλέον, πέντε σταθμοί δειγματοληψίας θα πρέπει να εγκαθίστανται σε γειτονικούς οπωρώνες με προτίμηση σε γειτνιάζουσες περιοχές.

5. Η παρακολούθηση του πληθυσμού του εντόμου πρέπει να γίνεται καθόλη τη διάρκεια του έτους, με καταγραφή των συλλήψεων ανά εβδομάδα κατά την καλλιεργητική περίοδο και ανά δεκαπενθήμερο κατά τη διάρκεια του χειμώνα.
6. Σε περίπτωση καλλιέργειας διαφορετικών ξενιστών ή/και ποικιλιών θα πρέπει να εξετάζεται η μετατόπιση των παγίδων ανάλογα με την πορεία ωρίμανση των κυριότερων ξενιστών του εντόμου.
7. Η χρήση ηλεκτρονικών παγίδων θα πρέπει να γίνεται με προσοχή ιδιαίτερα όσον αφορά στην επιλεχθείσα παγίδα (Εικόνα 1.1.3-1). Τα αποτελέσματα του Π1.1.1. έδειξαν ότι υπάρχουν ηλεκτρονικές παγίδες με αποτελεσματικότητα παραπλήσια ή και καλύτερη από εκείνη των συμβατικών παγίδων. Όμως στην παρούσα φάση οι συμβατικές παγίδες πρέπει να αποτελούν τη βάση της παρακολούθησης των πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου. Σε περίπτωση που επιλεγεί η χρήση της ηλεκτρονικής παγίδας, μια παγίδα τύπου GDT σε συνδυασμό με 4 συμβατικές θα μπορούσε να επιλεγεί. Στοιχεία των πειραμάτων μας δείχνουν ότι νέα ελκυστικά όπως το Ginger root oil σε ειδικούς διανεμητές (dispensers) πρέπει να συμπεριληφθούν στα προγράμματα παρακολούθησης πληθυσμών.
8. Οι καταγραφές πρέπει να αφορούν και τα δύο φύλα του εντόμου και να εξασφαλίζουν ότι ένα μέρος των δειγμάτων μπορούν να διατηρηθούν για περαιτέρω αναλύσεις.
9. Λεπτομερείς ανάλυση του κόστους παγίδευσης συμπεριλαμβανομένων των εργασιών και όλων των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν. Το κόστος της παρακολούθησης των πληθυσμών θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στο κόστος της αντιμετώπισης του εντόμου.
10. Εάν είναι εφικτό εκτίμηση της προσβολής των καρπών με σχετικές δειγματοληψίες.



Εικόνα 1.1.3-1: Παγίδα τύπου McPhail (α), Jackson με ελκυστικό trimedlure (β) και GDT με ελκυστικό trimedlure (γ).

2.2 Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών της ανάρσιας της ροδακινιάς

Η παρακολούθηση των πληθυσμών της ανάρσιας της ροδακινιάς βασίζεται στη χρήση φερομονικών παγίδων (Εικόνα 1.1.3-2) και στην παρακολούθηση της προσβολής σε νεαρούς βλαστούς. Η καταγραφή των θέσεων διαχείμασης είναι επίσης ένα από τα μέσα που χρησιμοποιούνται. Τελευταία έχουν αναπτυχθεί και δοκιμαστεί και ηλεκτρονικές παγίδες με ικανοποιητικά αποτελέσματα (δες Π1.1.1, Εικόνα 2). Για την αποτελεσματική αποτύπωση της δυναμικής των πληθυσμών της ανάρσιας της ροδακινιάς απαιτείται:

1. Χαρτογράφηση και ψηφιακή αποτύπωση του οπωρώνα. Έμφαση πρέπει να δοθεί στις προσβολές των προηγούμενων ετών και στην χαρτογράφηση τους. Στοιχεία από δειγματοληψίες για διαχειμάζουσες θέσεις θα μπορούσαν επίσης να χαρτογραφηθούν.
2. Δειγματοληψίες για θέσεις διαχείμασης ώστε να εκτιμήσουμε την πυκνότητα του πληθυσμού πριν την ανάρτηση παγίδων θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί.
3. Εγκατάσταση δικτύου παγίδευσης συμβατικών φερομονικών παγίδων (Δέλτα ή πτεροειδής). Καταγραφή του κόστους των παγίδες και των ελκυστικών με εκτίμηση για όλη την περίοδο παρακολούθησης των πληθυσμών.
4. Πέντε σταθμοί δειγματοληψίας πρέπει να εγκαθίστανται ομοιόμορφα εντός του οπωρώνα. Ο αριθμός των παγίδων πρέπει να αυξηθεί σε μεγάλης έκτασης οπωρώνες.
5. Επιπλέον, πέντε σταθμοί δειγματοληψίας θα πρέπει να εγκαθίστανται σε γειτονικούς μη καλλιεργούμενους οπωρώνες με προτίμηση σε γειτνιάζουσες περιοχές.
6. Η παρακολούθηση του πληθυσμού του εντόμου πρέπει να γίνεται δύο φορές την εβδομάδα στην αρχή της περιόδου. Αργότερα κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου η καταγραφή των συλλήψεων μπορεί να γίνεται τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα. Η ανάρτηση των παγίδων ολοκληρώνεται το φθινόπωρο με το πέρας της καλλιεργητικής περιόδου.
7. Η διατήρηση των παγίδων σε σταθερά σημεία είναι ενδεδειγμένη. Ανάλογα με τις εστίες διαχείμασης και τις προσβολές παρελθόντων ετών μπορεί να γίνει προσαρμογή στην ανάπτυξη του δικτύου παγίδευσης.
8. Η χρήση ηλεκτρονικών παγίδων φαίνεται πως δίνει σημαντικά και άμεσα αποτελέσματα και θα πρέπει να εξετάζεται με βάση το κόστος και τον διαθέσιμο προϋπολογισμό. Τα αποτελέσματα του Π1.1.2. έδειξαν ότι υπάρχουν ηλεκτρονικές παγίδες με αποτελεσματικότητα ακόμα και καλύτερη από εκείνη των συμβατικών παγίδων. Οι συμβατικές παγίδες σε κάθε περίπτωση τουλάχιστον στην παρούσα φάση δίνουν μια σταθερή βάση σύγκρισης και μπορούν να ενσωματωθούν στο πρόγραμμα παρακολούθησης, ειδικά για έγκαιρη ανίχνευση της νέας γεννεάς καθώς δίνουν τη δυνατότητα για ημερήσια παρακολούθηση ακόμη και τρεις φορές ημερησίως. Η ανάπτυξη ηλεκτρονικών παγίδες σε μια ευρύτερη περιοχή και κλιματική ζώνη σε συνεργασία παραγωγών θα μπορούσε να μειώσει το κόστος χρήσης και να αξιοποιηθεί

για τον εντοπισμό εστιών εμφάνισης του εντόμου, ιδιαίτερα την περίοδο έναρξης των πτήσεων όταν οι πληθυσμοί είναι χαμηλοί.

9. Οι καταγραφές αφορούν αρσενικά του εντόμου. Ένα μέρος των συλληφθέντων αρσενικών συνιστάται να διατηρείται σε κατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης για πιθανές μελλοντικές αναλύσεις.

10. Λεπτομερείς ανάλυση του κόστους παγίδευσης συμπεριλαμβανομένων των εργασιών και όλων των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν. Το κόστος της παρακολούθησης των πληθυσμών θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στο κόστος της αντιμετώπισης του εντόμου.

11. Εάν είναι εφικτό εκτίμηση της προσβολής των καρπών με σχετικές δειγματοληψίες.



Εικόνα 1.1.3-2: Φερομονική (δεξιά) και ηλεκτρονική (αριστερά) παγίδα για την παρακολούθηση των πληθυσμών της ανάρσιας της ροδακινιάς. Στην ηλεκτρονική διακρίνονται οι αισθητήρες καταγραφής μετεωρολογικών δεδομένων.

2.3 Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών της καφέ ασιατικής βρωμούσας

Η παρακολούθηση των πληθυσμών της καφέ ασιατικής βρωμούσας βασίζεται εν πολλοίς σε δύο συστήματα παγίδευσης ενηλίκων αλλά και ανηλικών: α) παγίδες τύπου ρουκέτας (rocket, Εικόνα 1.1.3-3) με και β) παγίδες τύπου πυραμίδας (pyramid). Στις παγίδες χρησιμοποιείται ως ελκυστικό η φερομόνη συνάθροισης του *Halymorpha halys* (μίγμα

~3.5:1 των ουσιών (3S,6S,7R,10S)- και (3R,6S,7R,10S)-10,11-εποxy-1-bisabolen-3-ol (SSRS και RSRS αντίστοιχα), σε συνδυασμό με τη συνεργιστική ουσία methyl (2E,4E,6Z)-2,4,6-decatrienoate (MDT)). Τα νέα ελκυστικά στις παγίδες τύπου ρουκέτας έχουν δώσει τα καλύτερα αποτελέσματα σε συγκρίσεις που έγιναν πρόσφατα και δίνονται στο Π1.1.1. Η αποτελεσματικότητα της παγίδας τύπου ρουκέτας είναι υψηλότερη στα ενήλικα απ' ό,τι στα ανήλικα στάδια του εντόμου. Η αποτελεσματικότητα των δύο παγίδων για τα ανήλικα είναι παραπλήσια. Επιπλέον, είναι διαθέσιμες στο εμπόριο ηλεκτρονικές παγίδες τύπου Shindo (Εικόνα 1.1.3-3). Στις συγκρίσεις που έγιναν στο πλαίσιο του παρόντος έργου και περιγράφονται στο Π1.1.2 φαίνεται ότι η ηλεκτρονικές παγίδες Shindo ήταν σε κάποια από τα πειράματα πιο αποτελεσματικές από τις παγίδες τύπου ρουκέτας και συνεπώς θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στα προγράμματα παρακολούθησης των πληθυσμών της καφέ ασιατικής βρωμούσας.

Η στρατηγική για την καλύτερη αποτύπωση των πληθυσμών της καφέ ασιατικής βρωμούσας περιλαμβάνει:

1. Χαρτογράφηση και ψηφιακή αποτύπωση του οπωρώνα. Έμφαση πρέπει να δοθεί στους προτιμώμενους ξενιστές/ποικιλίες καθώς είναι γνωστό ότι προσελκύουν τα ενήλικα της διαχειμάζουσας γενεάς την άνοιξη και συνεπώς επηρεάζουν την αύξηση του πληθυσμού αργότερα κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Σημαντικό είναι να καταγραφούν τα καταφύγια διαχείμασης του εντόμου.
2. Εγκατάσταση σταθμών παγίδων τύπου ρουκέτας σε τουλάχιστον 4-5 σημεία στην περίμετρο του οπωρώνα με ελκυστικά συνάθροισης νέου τύπου (Π1.1.1). Οι συλλήψεις πρέπει να καταγράφονται με λεπτομέρεια όσον αφορά το στάδιο ανάπτυξης και εάν είναι δυνατόν του φύλου των ενηλίκων. Καταγραφή του κόστους των παγίδων και των ελκυστικών με εκτίμηση για όλη την περίοδο παρακολούθησης των πληθυσμών.
3. Τέσσερις με πέντε σταθμοί δειγματοληψίας (ανάλογα με το μέγεθος του οπωρώνα) πρέπει να εγκαθίστανται ομοιόμορφα στην περίμετρο του οπωρώνα. Εγκατάσταση τουλάχιστον μίας παγίδες σε προτιμώμενους ξενιστές ή ποικιλίες πρέπει να προκρίνεται ιδιαίτερα στην αρχή της περιόδου. Ο αριθμός των παγίδων μπορεί να αυξηθεί σε μεγάλης έκτασης οπωρώνες
4. Επιπλέον, σταθμοί δειγματοληψίας θα πρέπει να εγκαθίστανται σε γειτονικούς οπωρώνες με προτίμηση σε γειτνιάζουσες περιοχές και προτιμώμενους ξενιστές.
5. Η παρακολούθηση του πληθυσμού του εντόμου πρέπει να γίνεται καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και μέχρι την εμφάνιση της διαχειμάζουσας γενεάς. Οι παγίδες πρέπει να εγκαθίστανται νωρίς την άνοιξη για να καταγράψουμε την έναρξη της δραστηριότητας των ενηλίκων της διαχειμάζουσας γενεάς. Η καταγραφή των συλλήψεων πρέπει να γίνεται ανά εβδομάδα κατά την καλλιεργητική περίοδο και ανά δεκαπενθήμερο κατά τη διάρκεια του χειμώνα.
6. Σε περίπτωση καλλιέργειας διαφορετικών ξενιστών ή/και ποικιλιών θα πρέπει να εξετάζεται η μετατόπιση των παγίδων ανάλογα με την πορεία ωρίμανσης των κυριότερων ξενιστών του εντόμου.

7. Η χρήση ηλεκτρονικών παγίδων θα πρέπει να γίνεται αφού πρώτα εξεταστεί το κόστος. Όπως προκύπτει από το Π.1.1.2 οι παγίδες Shindo είναι αποτελεσματικές και μπορούν να συμπεριληφθούν στα προγράμματα παρακολούθησης των πληθυσμών της καφέ ασιατικής βρωμούσας. Οι συμβατικές παγίδες σε κάθε περίπτωση τουλάχιστον στην παρούσα φάση δίνουν μια σταθερή βάση σύγκρισης και πρέπει να χρησιμοποιούνται. Η ανάπτυξη ηλεκτρονικών παγίδες σε μια ευρύτερη περιοχή και κλιματική ζώνη σε συνεργασία παραγωγών θα μπορούσε να μειώσει το κόστος χρήσης και να αξιοποιηθεί για την αντιμετώπιση του εντόμου στο πλαίσιο της ολοκληρωμένης στρατηγικής.
8. Οι καταγραφές πρέπει να αφορούν και τα δύο φύλα του εντόμου αλλά και τα ανήλικα με έμφαση στις νεαρές προνύμφες 2^{ης} ηλικίας. Ένα μέρος των συλληφθέντων εντόμων πρέπει να διατηρηθούν για περαιτέρω αναλύσεις αν χρειαστεί.
9. Η παρακολούθηση της διαχείμασης, και η λεπτομερής καταγραφή του μεγέθους της διαχειμάζουσας γενεάς και των καταφυγίων διαχείμασης είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την ακριβή καταγραφή των πληθυσμών της καφέ ασιατικής βρωμούσας και πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στα σχετικά προγράμματα παρακολούθησης πληθυσμών του εντόμου.
10. Λεπτομερείς ανάλυση του κόστους παγίδευσης συμπεριλαμβανομένων των εργατωρών και όλων των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν. Το κόστος της παρακολούθησης των πληθυσμών θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στο κόστος της αντιμετώπισης του εντόμου.
11. Εάν είναι εφικτό εκτίμηση της προσβολής των καρπών με σχετικές δειγματοληψίες.

(α) Pyramid



(β) Rocket



(γ) Shindo



Εικόνα 1.1.3-3: Παγίδα τύπου πυραμίδας (pyramid) (α), ρουκέτας (rocket) (β) και ηλεκτρονικής Shindo (γ).

2.4 Στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών του υπονομευτή της τομάτας,

Όπως αναφέρεται στο Παραδοτέο 1.1.2 η παρακολούθηση των πληθυσμών του υπονομευτή της τομάτας βασίζεται σε φερομονικές παγίδες τύπου δέλτα (Εικόνα 1.1.3-4). Οι συγκεκριμένες παγίδες χρησιμοποιούνται τόσο σε υπαίθριες καλλιέργειες όσο και σε θερμοκήπια. Τελευταία έχουν αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμες στο εμπόριο και ηλεκτρονικές παγίδες με τις δύο πιο γνωστές να είναι η παγίδα TrapView (Εικόνα 1.1.3-4) και η παγίδα Magic trap. Και οι δύο παγίδες συνοδεύονται από σχετικό λογισμικό ανάλυσης των δεδομένων και παρουσίασης τους σε ηλεκτρονική πλατφόρμα. Η αποτελεσματικότητα των δύο ηλεκτρονικών παγίδων σε σύγκριση με τις συμβατικές παγίδες τύπου δέλτα όπως προκύπτει από τα στοιχεία του παραδοτέου 1.1.2 είναι παραπλήσια με μικρές αποκλίσεις σε συγκεκριμένες ημερομηνίες. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα και τα διαθέσιμα στοιχεία της βιβλιογραφίας η στρατηγική για την παρακολούθηση των πληθυσμών του υπονομευτή της τομάτας πρέπει να περιλαμβάνει τα κάτωθι:

1. Χαρτογράφηση και ψηφιακή αποτύπωση της υπαίθριας καλλιέργειας τομάτας συμπεριλαμβανομένων γειτονικών αγρών σε μερικές εκατοντάδες μέτρα. Η ψηφιακή αποτύπωση της καλλιέργειας πρέπει να γίνεται και για θερμοκηπιακές καλλιέργειες.
2. Εγκατάσταση σταθμών παγίδευσης αποτελούμενων από μία παγίδα Δέλτα με ελκυστικό τη σεξουαλική φερομόνη του υπονομευτή της τομάτας. Ένα δείγμα από τα συλληφθέντα αρσενικά πρέπει να διατηρούνται για πιθανές μελλοντικές αναλύσεις.

Καταγραφή του κόστους αγοράς των παγίδων και των ελκυστικών με εκτίμηση για όλη την περίοδο παρακολούθησης των πληθυσμών.

3. Πέντε σταθμοί δειγματοληψίας πρέπει να εγκαθίστανται ομοιόμορφα εντός του αγρού σε περίπτωση υπαίθριας καλλιέργειας τομάτας. Σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες και ανάλογα με την έκταση της εγκατάστασης, ο αριθμός των παγίδων μπορεί να μειωθεί, όμως σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να είναι μικρότερος από τρεις παγίδες ανά εκμετάλλευση. Σε περίπτωση καλλιέργειας σε αυτόνομες μονάδες θερμοκηπίων ο σχεδιασμός της παγίδευσης πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα. Αντίστοιχες προσαρμογές πρέπει να γίνονται και σε μεγάλης έκτασης υπαίθριες καλλιέργειες.

4. Επιπλέον, πέντε σταθμοί δειγματοληψίας θα πρέπει να εγκαθίστανται σε γειτονικούς αγρούς με προτίμηση σε γειτνιάζουσες περιοχές όπου καλλιεργείται υπαίθρια τομάτα.

5. Η παρακολούθηση του πληθυσμού του εντόμου πρέπει να γίνεται καθόλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, με καταγραφή των συλλήψεων δύο φορές την εβδομάδα στην αρχή της περιόδου και ανά εβδομάδα αργότερα. Η παρακολούθηση του πληθυσμού εκτός εποχής καλλιέργειας πρέπει να γίνεται πάντα σε συνεννόηση με ειδικούς ερευνητές. Το ιστορικό των συλλήψεων σε παγίδες πρέπει να καταγράφεται και να διατηρείται σε σχετικό αρχείο.

6. Γενικά δεν προτείνεται μετατόπιση των παγίδων εκτός εάν υπάρχουν διαφορετικές ποικιλίες που η παραγωγή τους διαδέχεται η μία την άλλη.

7. Η χρήση ηλεκτρονικών παγίδων ενδείκνυται καθώς η αποτελεσματικότητά τους είναι τεκμηριωμένη με βάση τα στοιχεία του Π1.1.2. Σε περίπτωση χρήσης ηλεκτρονικών παγίδων είναι απαραίτητο να συμπεριλαμβάνονται και συμβατικές παγίδες για αν εξασφαλίζεται η σύγκριση των στοιχείων με εκείνα παρελθόντων ετών. Τόσο σε υπαίθρια όσο και σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια ο αριθμός των ηλεκτρονικών παγίδων θα πρέπει να αποφασιστεί με βάση την έκταση της καλλιέργειας και του κόστους της παγίδας και των υπηρεσιών που συνδέονται με τη χρήση της.

8. Οι καταγραφές αφορούν αρσενικά του εντόμου. Ένα μέρος των δειγμάτων μπορούν να διατηρηθούν για περαιτέρω αναλύσεις που αφορούν κατά κύριο λόγο την εξέταση πιθανής ανθεκτικότητας σε εντομοκτόνα.

9. Λεπτομερής ανάλυση του κόστους παγίδευσης συμπεριλαμβανομένων των εργασιών και όλων των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν. Το κόστος της παρακολούθησης των πληθυσμών θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται στο κόστος της αντιμετώπισης του εχθρού.

10. Εάν είναι εφικτό να γίνεται εκτίμηση της προσβολής σε καρπούς και κυρίως σε φύλλα με σχετικές δειγματοληψίες.

(α) Δέλτα



(β) TrapView



(γ) Magic trap



Εικόνα 1.1.3-4: Παγίδα τύπου Δέλτα (α), TrapView (β) και Magic trap (γ) για τον υπονομευτή της τομάτας.

3 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αξιοποιώντας τα αποτελέσματα των παραδοτέων 1.1.1 και 1.1.2 το παρόν παραδοτέο δίνει γενικές αρχές και κανόνες για την παρακολούθηση των πληθυσμών της μύγας της Μεσογείου, της ανάρσιας της ροδακινιάς, της καφέ ασιατικής βρωμούσας και του υπονομευτή της τομάτας. Η ενσωμάτωση ηλεκτρονικών παγίδων εξετάζεται με κριτικό τρόπο και όπου τα εργαλεία είναι ώριμα προτείνεται η χρήση τους. Η προτεινόμενη στρατηγική όπως εξειδικεύεται για κάθε εχθρό αποτελεί τη βάση για τον καλύτερο σχεδιασμό της παρακολούθησης των πληθυσμών των τεσσάρων εχθρών στόχων. Οι βασικές αρχές της στρατηγικής πρέπει να προσαρμόζονται στις τοπικές συνθήκες και τα οικονομικά δεδομένα. Ορισμένα από τα στοιχεία της στρατηγικής συμβάλουν στη αξιόπιστη συλλογή δεδομένων τα οποία μπορούν να αναλυθούν με γνωστές στατιστικές μεθόδους. Η παρούσα στρατηγική θα μπορούσε μελλοντικά να συμπεριλάβει στοιχεία από τα βιοκλιματικά και πληθυσμιακά μοντέλα, ιδιαίτερα αν στόχος της είναι η παρακολούθηση του πληθυσμού του εχθρού στόχο σε μια ευρύτερη περιοχή.

Η δομημένη και επιστημονικά ορθή παρακολούθηση των πληθυσμών σημαντικών εχθρών των καλλιεργειών αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο των προγραμμάτων ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των εχθρών και σημαντικό στοιχείο για τη δημιουργία ιστορικού της φαινολογίας των εχθρών. Επιπλέον, μπορεί να αποτελέσει τεκμήριο για το χαρακτηρισμό της περιοχής και του οπωρώνα σε διαβαθμίσεις της πυκνότητας του πληθυσμού του φυτοφάγου (πχ. pest free zone).

4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Andreadis SS, Navrozidis EI, Farmakis A and Pisalidis A, First evidence of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) infesting Kiwi fruit (*Actinidia chinensis*) in Greece. J Entomol Sci **53**:402–405 (2018).

2. Arnold K, *Halyomorpha halys* (Stål, 1855), eine für die europäische fauna neu nachgewiesene wanzenart (Insecta: Heteroptera: Pentatomidae: Cappaeini). Mitt Thüringer Entomol **16**:19 (2009).
3. Benvenga SR, Gravena FOA, S, (2007) Decision making for integrated pest management of the South American tomato pinworm based on sexual pheromone traps. Horticult Bras 25:164-169
4. Diller, Y., Shamsian, A., Shaked, B., Altman, Y., Danziger, B. C., Manrakhan, A., & Nestel, D. (2023). A real-time remote surveillance system for fruit flies of economic importance: sensitivity and image analysis. Journal of Pest Science, 96(2), 611-622.
5. El-Sayed, A. M., Suckling, D. M., Wearing, C. H., & Byers, J. A. (2006). Potential of mass trapping for long-term pest management and eradication of invasive species. Journal of Economic Entomology, 99(5), 1550-1564.
6. Epsky, N. D., Morrill, W. L., & Mankin, R. W. (2008). Traps for capturing insects. In Encyclopedia of entomology (pp. 3887-3901). Springer, Dordrecht.
7. Goldshtein, E., Cohen, Y., Hetzroni, A., Gazit, Y., Timar, D., Rosenfeld, L., Grinshpon, Y., Hoffman, A., & Mizrach, A. (2017). Development of an automatic monitoring trap for Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) to optimize control applications frequency. Computers and Electronics in Agriculture, 139, 115-125.
8. Howse, P., Stevens, J. M., & Jones, O. T. (2013). Insect pheromones and their use in pest management. Springer Science & Business Media.
9. Katsoyannos, B. I., Kouloussis, N. A., & Carey, J. R. (1999). Seasonal and annual occurrence of Mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae) on Chios island, Greece: differences between two neighboring citrus orchards. Annals of the Entomological Society of America, 92(1), 42-51.
10. Koutsogeorgiou EI, Kouloussis NA, Koveos DS and Andreadis SS, Females of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) experience a facultative reproductive diapause in Northern Greece. Insects **13**:866 (2022).
11. Koutsogeorgiou, Eleni I., Moysiadis T, Navrozidis EI, Kouloussis NA, and Andreadis SS, Seasonal population dynamics and voltinism of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* in Northern Greece. *Insect Science* (2025).
12. Leskey TC, Agnello A, Bergh JC, Dively GP, Hamilton GC, Jentsch P, Khimian A, Krawczyk G, Kuhar TP, Lee D-H, et al., Attraction of the invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) to traps baited with semiochemical stimuli across the United States. Environ Entomol **44**:746-756 (2015).
13. Leskey TC, Wright SE, Short BD and Khimian A, Development of behaviorally-based monitoring tools for the brown marmorated stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) in commercial tree fruit orchards. J Entomol Sci **47**:76-85 (2012).
14. Manoukis, N. C., Jang, E. B., Mau, R. F. L., Shelly, T. E., & Rendon, P. (2014). Prospects for control of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) with a new solid lure. Florida Entomologist, 97(4), 1554-1561.
15. Manrakhan, A., Venter, J. H., & Hattingh, V. (2017). The progressive invasion of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) in South Africa. Biological Invasions, 19(1), 2803-2809.
16. Milonas, P. G., and G. K. Partsinevelos. "First report of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stål (Hemiptera: Pentatomidae) in Greece." *EPPO Bulletin* **44.2**: 183-186 (2014).
17. Monserrat Delgado A (2008) La polilladel tomate *T. absoluta* en la region de Murcia: bases para su control. Ministry of Agriculture and Water, Murcia.

18. Morrison WR, 3rd, Cullum JP and Leskey TC, Evaluation of trap designs and deployment strategies for capturing *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *J Econ Entomol* **108**:1683–1692 (2015).
19. Papadopoulos, N. T., Katsoyannos, B. I., Kouloussis, N. A., Hendrichs, J., Carey, J. R., & Heath, R. R. (2001). Early detection and population monitoring of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in a mixed-fruit orchard in northern Greece. *Journal of Economic Entomology*, 94(4), 971-978.
20. Preti, M., Moretti, C., Scarton, G., Giannotta, G., & Angeli, S. (2021). Developing a smart trap prototype equipped with camera for tortricid pests remote monitoring. *Bulletin of insectology*, 74(1), 147-160.
21. Rondoni G, Chierici E, Marchetti E, Nasi S, Ferrari R and Conti E, Improved captures of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, using a novel multimodal trap. *InSects* **13**:527 (2022).
22. Shaked, B., Amore, A., Ioannou, C., Valdés, F., Alorda, B., Papanastasiou, S., & Nestel, D. (2018). Electronic traps for detection and population monitoring of adult fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Applied Entomology*, 142(1-2), 43-51.
23. Suto, J. (2022). Codling moth monitoring with camera-equipped automated traps: A review. *Agriculture*, 12(10), 1721.
24. Weber DC, Leskey TC, Walsh GC and Khrimian A, Synergy of aggregation pheromone with methyl (E,E,Z)-2,4,6-decatrienoate in attraction of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *J Econ Entomol* **107**:1061–1068 (2014).